

การวัดนิวัตรอนสเปกตรัมในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1



นาย วราวุธ ขจรฤทธิ

ศูนย์วิทยพัทยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

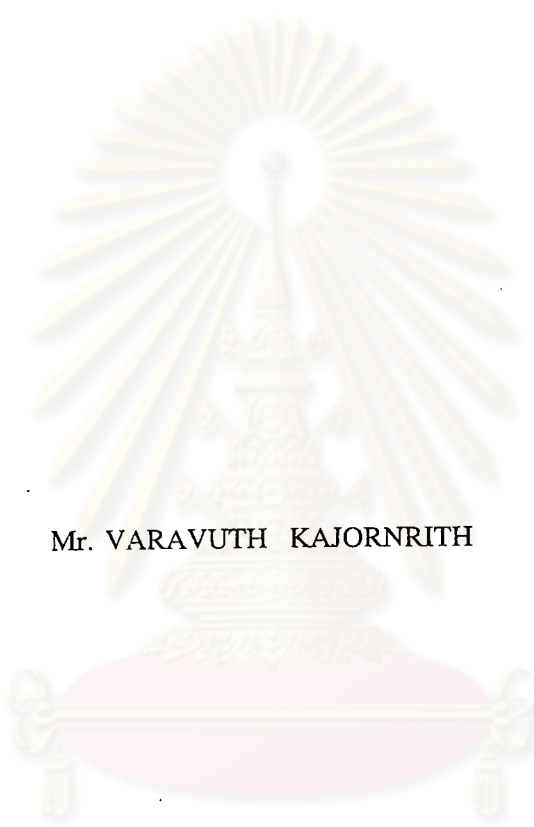
พ.ศ. 2537

ISBN 947-584-444-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I14192602

NEUTRON SPECTRUM MEASUREMENTS
IN THE THAI RESEARCH REACTOR-1 /MODIFICATION 1 CORE



Mr. VARAVUTH KAJORNRITH

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

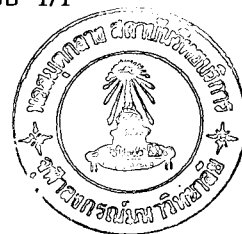
Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-444-6

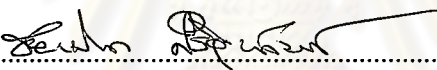
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดนิวตรอนสเปกตรัมในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1
โดย นาย วราวุธ ขจรฤทธิ์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นางสาว สุนันทา ภัทรชาคร




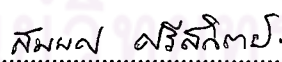
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

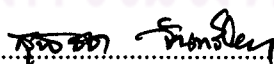

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุพิชชา จันทร์โยธา)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

บรรณานุกรม : การวัดนิวตรอนสเปกตรัมในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1 (NEUTRON SPECTRUM MEASUREMENTS IN THE THAI RESEARCH REACTOR-1 /MODIFICATION 1 CORE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ธัชชัย สุมิตร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นางสาวสุนันทา ภัทรชาคร, 64 หน้า. ISBN 974-584-444-6

ได้ทดลองวัดหาค่านิวตรอนสเปกตรัมของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1 ที่ท่ออบรังสีตำแหน่ง CT ด้วยวิธีอบรังสีแผ่นตรวจวัดหลายชนิด โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลความแรงรังสีอิมิตัวต่อนิวเคลอิดที่ได้จากการวัดของ 15 ปฏิกริยา จากแผ่นตรวจวัด 9 ชนิด มาใช้เปรียบเทียบในการคำนวณนิวตรอนสเปกตรัมด้วยวิธีอิตเทอเรต โดยใช้โปรแกรม SAND II สเปกตรัมที่คำนวณได้มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแรงรังสีจากการวัดต่อการคำนวณอยู่ระหว่างร้อยละ 4.51 ถึง 4.81 และมีค่าอินทีกรัลฟลักซ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.697×10^{13} ถึง 6.621×10^{13} นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ค่าอินทีกรัลฟลักซ์ที่ได้จากการทดลองแตกต่างกัน เนื่องจากมีข้อจำกัดในการทดลองเกี่ยวกับการจัดแกนเครื่องปฏิกรณ์ใหม่ อย่างไรก็ตามนิวตรอนสเปกตรัมที่ได้จากการศึกษานี้มีลักษณะสอดคล้องกับสเปกตรัมที่ได้จากการคำนวณของบริษัทผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์

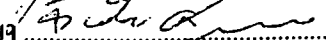
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต 

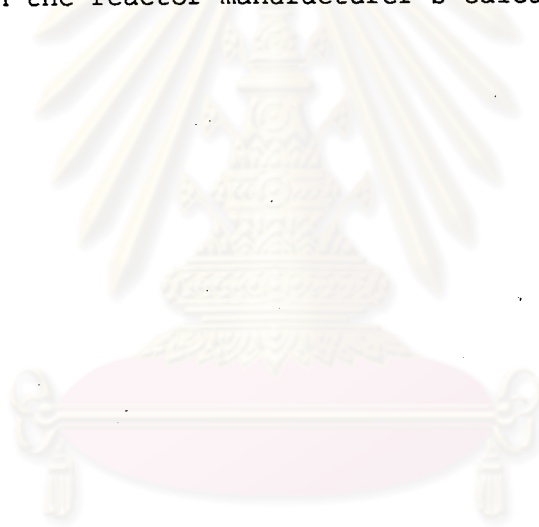
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C216962 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEYWORD: NEUTRON SPECTRUM / FOILS ACTIVATION / THAI RESEARCH REACTOR
VARAVUTH KAJORNRITH : NEUTRON SPECTRUM MEASUREMENTS IN THE THAI
RESEARCH REACTOR-1/MODIFICATION 1 CORE. THESIS ADVISOR :
ASSO. PROF. THATCHAI SUMITRA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :
SUNANTA PATRASHAKORN. 64 PP. ISBN 974-584-444-6

Three measurements of neutron spectrum of the THAI RESEARCH REACTOR-1/MODIFICATION 1 were investigated at the central thimble irradiation facility by using multiple foils activation technique. The saturated activity per target nuclide with 15 reactions from 9 activated foils were used as input data for the activity comparison. The iterative method was chosen for evaluating neutron spectrum using a computer program SAND II. The standard deviation of saturated activities of measurement to computer calculation were in the range of 4.51-4.81%. The average integral neutron flux were in the range of 5.697×10^{13} - 6.621×10^{13} n/cm².sec. Because of the limitation of the experiment due to changing core configuration, the average integral neutron flux were found to be different. However, the obtained neutron spectrum agrees very well with the reactor manufacturer's calculated spectrum.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
สาขาวิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
ปีการศึกษา.....2536.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากการแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร และ คุณ สุนันทา ภัทรชาคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยจึง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กองปฏิบัติการปฏิบัติ กองผลิตไอโซโทปรังสี กองฟิสิกส์สุขภาพ กองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และกองฟิสิกส์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ทางด้านเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทดลอง และขอขอบพระคุณ คุณ ชาญชัย อัสววินิจกุลชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการจัดพิมพ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ หัวหน้าภาควิชา และคณาจารย์ ประจำภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีทุกท่าน ที่ให้ความสนับสนุนมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ขั้นตอนในการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	2
2. ทฤษฎี	3
2.1 นิเวตรอน	3
2.2 ต้นกำเนิดนิเวตรอน	3
2.3 นิเวตรอนฟลักซ์	4
2.4 การกระจายพลังงานของนิเวตรอน	5
2.5 อันตรกิริยาของนิเวตรอนกับสสาร	11
2.6 การตรวจวัดนิเวตรอน	13
2.7 การวัดนิเวตรอนสเปกตรัมด้วยแผ่นตรวจวัดหลายชนิด	19
2.8 การคำนวณนิเวตรอนสเปกตรัม	21
3. อุปกรณ์ในการวิจัยและการดำเนินการวิจัย	28
3.1 เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1	28
3.2 ชุดแผ่นตรวจวัดนิเวตรอนสเปกตรัม	31
3.3 ระบบวัดรังสี	34
3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SAND II	35
3.5 การอาบรังสี	35
3.6 การคำนวณ	37

บทที่	หน้า
4. ผลการวิจัย	40
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการวิจัย	54
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
ภาคผนวก	57
รายการอ้างอิง	63
ประวัติผู้เขียน	64



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลของแผ่นตรวจวัดนิวตรอนสเปกตรัมช่วงเทอร์มาล	31
3.2 ข้อมูลของแผ่นตรวจวัดนิวตรอนสเปกตรัมช่วงอินเทอร์มีเดียทและฟาสต์	32
3.3 ปฏิบัติการที่ใช้ในการวัดนิวตรอนสเปกตรัมช่วงเทอร์มาล	32
3.4 ปฏิบัติการที่ใช้ในการวัดนิวตรอนสเปกตรัมช่วงอินเทอร์มีเดียท	33
3.5 ปฏิบัติการที่ใช้ในการวัดนิวตรอนสเปกตรัมช่วงฟาสต์	33
3.6 ข้อมูลการอาบรังสีแผ่นตรวจวัดนิวตรอนสเปกตรัม	36
4.1 ความแรงรังสีอิมิตัวต่อนิวไคลด์ของแผ่นตรวจวัด.....	40
5.1 เปรียบเทียบผลจากการคำนวณ	54



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 พิชชันนิวตรอนสเปกตรัมในรูปฟังก์ชันของพลังงาน	6
2.2 พิชชันนิวตรอนสเปกตรัมในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี	6
2.3 แมกซ์เวลเลียนสเปกตรัมในรูปฟังก์ชันของพลังงาน	8
2.4 แมกซ์เวลเลียนสเปกตรัมในรูปฟังก์ชันของความเร็ว	8
2.5 นิวตรอนสเปกตรัมของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบเทอร์มาล	10
2.6 แผนผังขั้นตอนของกระบวนการอิตเทอเรตโดยสังเขป	22
3.1 บ่อและแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1	29
3.2 ภาพตัดด้านข้างของท่ออาบรังสีตำแหน่ง CT	29
3.3 ตำแหน่งท่ออาบรังสีภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1	30
3.4 แผนผังการจัดอุปกรณ์ของระบบวัดรังสีแกมมา	34
3.5 แผ่นตรวจวัดนิวตรอนสเปกตรัม ตลับแคดเมียมและแผ่นอะลูมิเนียมสำหรับนำเข้าอาบรังสี	35
3.6 แผนผังการใช้งานโปรแกรม SAND II	
ใน NEUTRON DOSIMETRY SYSTEM SAIPS โดยสังเขป	39
4.1 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 1	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ DETAN74	42
4.2 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 1 .	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ DETAN74	43
4.3 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณหลังจากตัดบางส่วนของข้อมูลชุดที่ 1	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ DETAN74	44
4.4 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณหลังจากตัดบางส่วนของข้อมูลชุดที่ 1	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ DETAN74	45
4.5 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณหลังจากตัดบางส่วนของข้อมูลชุดที่ 1	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ IRDF82	46
4.6 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณหลังจากตัดบางส่วนของข้อมูลชุดที่ 1	
ร่วมกับ cross-section ใน library ชื่อ IRDF82	47
4.7 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 2	48
4.8 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 2	49
4.9 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 3	50
4.10 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 3	51
4.11 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของเลขาร์จี คำนวณจากข้อมูลของผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ฯ	52
4.12 นิวตรอนสเปกตรัม ในรูปฟังก์ชันของพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ฯ	53